

Penentuan Daya Jerap Karbon Aktif dari Meranti Merah Terhadap Ion Fe(III)

Arif Yusra¹⁾, Yusnimar²⁾, Drastinawati²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Produk, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya JL. HR. Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293
Email: arifyusra91@gmail.com

ABSTRACT

Waste pollution of heavy metals in the waters continue to rise each year. this may endanger the survival of living creatures that are in the vicinity. One of contributor of the heavy metal waste in the waters is the result of discharges of industrial waste. Activated carbon which has a high adsorption capacity for the adsorbate. Activated carbon can be produced from materials containing carbon or charcoal was treated in a certain way to gain more surface area. The purpose of this research was to determine the ability of activated carbon adsorption of the ion Fe (III) which in the synthesis of red meranti. This research used two methods of activation that chemical activation with activator concentration variation Na₂CO₃ 4%, 5% and 6% w/v, and physical activation with temperature variation of 300 °C, 500 °C and 700 °C. The characterization of activated carbon which include: moisture content, ash content and adsorption capacity for iodine based Standard SNI 06-3730-95, and determining the ability of activated carbon jerap against ion Fe (III) at concentrations of 20 ppm. The results obtained by the characteristics of the activated carbon 06-3730-95 meet SNI standards. Adsorption capacity of active carbon on ion Fe(III) has maximal value at 99.745% physyc way with temperature at 300 °C

Keywords : Activation , Ion Fe (III), Activated Carbon

1. Pendahuluan

Di era industrialisasi yang disertai dengan globalisasi di beberapa negara berkembang termasuk Indonesia, kualitas lingkungan terutama air menjadi suatu permasalahan nasional yang perlu dicari pemecahannya. Untuk itu diperlukan pengolahan air secara baik agar tidak membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup terutama manusia (Darmono, 1995).

Logam berat seperti timbal, krom, kadmium, merkuri, nikel, tembaga, besi dan arsen dapat menimbulkan dampak negatif (Wisjnuprpto, 1996). Efek negatif yang terjadi di lingkungan adalah kehadiran ion logam berat pada perairan dengan konsentrasi yang relatif tinggi, dapat meracuni kehidupan organisme perairan. Logam berat konsentrasi yang relatif rendah akan diserap oleh organisme perairan tingkat rendah, seperti plankton yang kemudian terakumulasi di dalam selnya. Logam berat tersebut bila terakumulasi dalam tubuh manusia, dapat

menyebabkan gangguan kesehatan yang serius seperti gangguan syaraf otak pada anak-anak, gangguan ginjal yang akut, dan dapat menyebabkan kematian (Boeckx, 1986).

Beberapa metoda telah dikembangkan sebagai upaya untuk menyerap logam berat dalam air, seperti proses penguapan, pengendapan, dan pertukaran ion. Namun sayangnya metoda-metoda tersebut relatif mahal (Matheickal dkk, 1991). Beberapa biomaterial yang telah diteliti ternyata dapat menyerap ion logam berat antara lain adalah alga, tempurung kelapa, sabut kelapa, sekam padi, dan jamur (Low, 1996, Munaf, 1997). Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa biomaterial mempunyai kapasitas penjerapan maksimum yang cukup besar terhadap ion logam.

Adsorpsi merupakan peristiwa penjerapan suatu substansi pada permukaan zat padat. Pada fenomena adsorpsi, terjadi gaya tarik-menarik antara substansi terserap dan penjerap (Shofa,

2012). Metode adsorpsi telah banyak di aplikasikan untuk pengurangan logam berat pada perairan. Pada skala industri, metode adsorpsi menjadi pilihan utama untuk proses *water treatment*, *waste treatment* dan *purification*. Adsorben yang sering digunakan adalah karbon aktif, hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang baik di bandingkan adsorben lainnya (Walas, 1990).

Pada penelitian ini akan dilakukan proses adsorpsi ion Fe (III) dengan adsorben yang disintesa dari kayu meranti merah. Kayu meranti merah yang di gunakan di peroleh dari limbah sawmil, yang mana biasanya hanya di gunakan sebagai kayu bakar. Dengan mengolah limbah sawmil tersebut menjadi adsorben maka nilai ekonomis limbah kayu meranti terus akan meningkat.

2. Metode penelitian

Prosedur penelitian dibagi menjadi 6 tahap. Tahap 1: Persiapan Bahan Baku. Tahap 2: Karbonisasi. Tahap 3: Screaning. Tahap 4: Aktivasi. Tahap 5: Karakterisasi dan tahap 6: Uji daya jerap

Tahap 1: Persiapan Bahan Baku

Meranti merah dibersihkan dari sisa-sisa kulit kayu dan kotoran. Kemudian meranti merah dijemur dibawah sinar matahari sampai kering (1 minggu) untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam meranti merah.

Tahap 2: Karbonisasi

Meranti merah yang telah dikeringkan lalu dipotong dengan ukuran 15 cm. Setelah itu dikarbonisasi dengan cara dimasukkan kedalam drum karbonisasi, dan dinyalakan api didalam drum tersebut kemudian ditutup dan dijaga agar tidak ada udara yang masuk selama proses pembakaran agar tempurung kelapa tidak terbakar menjadi abu.

Tahap 3: Screaning

Arang/karbon yang didapat dari proses karbonasi diayak dengan ukuran 100 mesh.

Tahap 4: Aktivasi

Karbon yang telah didapat diaktifasi dengan menggunakan proses fisika dan kimia secara terpisah. Pada proses aktivasi fisika karbon diaktifasi menggunakan suhu 300, 500, dan 700°C dengan menggunakan furnace. Sedangkan untuk aktifasi karbon secara kimia menggunakan zat Na_2CO_3 sebagai aktifator, dengan cara merendam sejumlah karbon didalam larutan Na_2CO_3 (4,5,6 %) selama 24 jam (Pambayun dkk, 2013).

Tahap 5: Karakterisasi

Karakterisasi karbon aktif yang akan dilakukan yaitu kadar abu, kadar air, densitas, daya jerap terhadap iod (I_2). Karakterisasi dilakukan terhadap masing-masing karbon aktif baik yang diaktifasi secara fisika maupun secara kimia

Tahap 6: Penentuan Daya Jerap

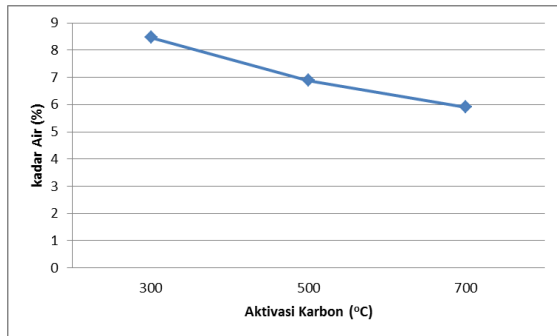
Disiapkan larutan Fe(III) 20 ppm dengan cara melarutkan 20 mg $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dengan akuades didalam labu takar 1 L. Larutan Fe(II) 20 ppm sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, dan ditambahkan 1gr karbon aktif. Campuran ini diaduk dengan menggunakan shaker dengan kecepatan 300 rpm selama 3 jam. Setelah selesai dilakukan pemisahan karbon aktif dengan filtrat, kemudian ditentukan kadar ion Fe(III) pada filtrat dengan AAS

3. Hasil dan pembahasan

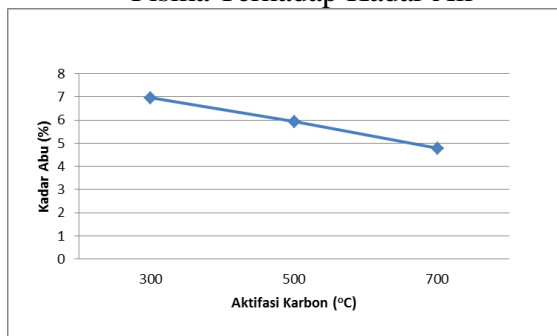
Besar atau kecilnya luas permukaan suatu karbon aktif dipengaruhi oleh keberadaan tinggi atau rendahnya kadar air dan abu pada bahan tersebut. Semakin tinggi kadar air dan abu didalam suatu karbon aktif, maka pori-pori dari karbon aktif semakin tertutup oleh air dan abu tersebut. Hal ini akan berpengaruh

terhadap luas permukaan karbon aktif (Fauziah, 2009)

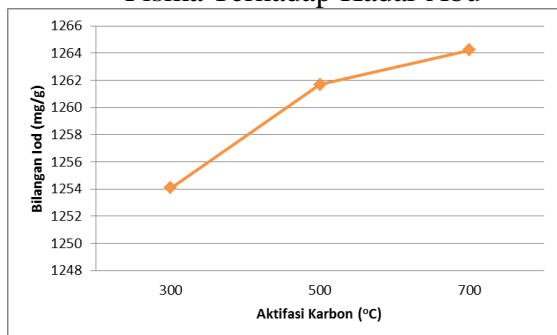
Variasi suhu pada karbon yang diaktivasi secara fisika berpengaruh pada kadar air, kadar abu dan bilangan iod, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1 Kurva Hubungan Suhu Aktivasi Fisika Terhadap Kadar Air



Gambar 2 Kurva Hubungan Suhu Aktivasi Fisika Terhadap Kadar Abu



Gambar 3 Kurva Hubungan Suhu Aktivasi Fisika Terhadap Bilangan Iod

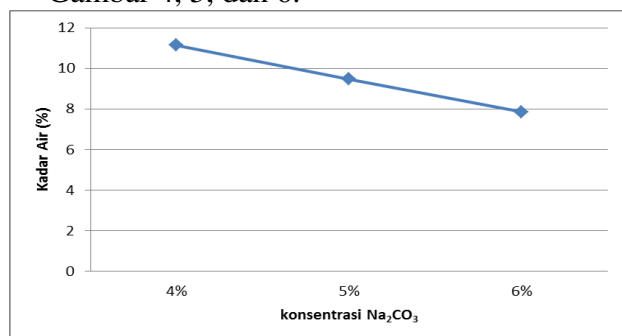
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat kadar air pada karbon aktif yang telah diaktivasi secara fisika. Kadar air tertinggi 8,47% pada karbon aktif yang diaktivasi pada suhu aktivasi 300 °C, sedangkan pada suhu aktivasi 700 °C kadar airnya terendah sebesar 5,91%.

Pada Gambar 2 dapat diketahui tinggi rendahnya kadar abu menunjukkan banyak atau sedikitnya zat pengotor yang

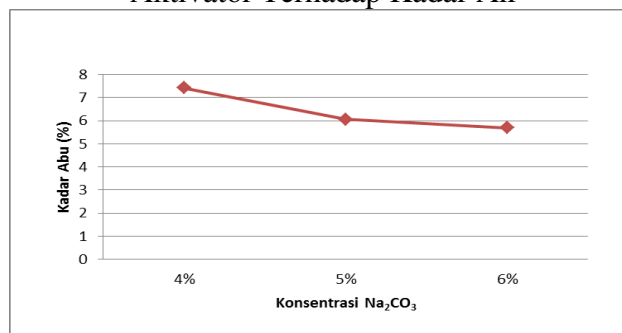
terdapat didalam karbon aktif. Zat pengotor itu bisa berupa garam-garam mineral, keberadaan zat pengotor didalam karbon aktif berpengaruh terhadap luas permukaan suatu karbon aktif. Pengotor akan menyebabkan pori-pori pada karbon aktif akan tersumbat, sehingga luas permukaan karbon aktif akan semakin kecil (Fauziah, 2009).

Pada Gambar 3 terlihat nilai bilangan iod semakin besar suhu aktivasi maka nilai bilangan iod akan semakin meningkat. Peningkatan ini terjadi sebagai akibat semakin banyaknya pengotor yang terlepas dari permukaan karbon aktif. Seiring dengan peningkatan suhu, pengotor-pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori, ikut terlepas atau teruapkan sehingga memperluas permukaan karbon aktif (Idrus, 2013). Semakin besar luas permukaan karbon aktif maka semakin besar kemampuan adsorpsi karbon aktif.

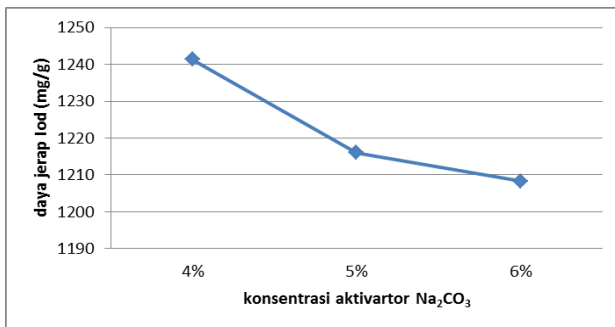
Variasi konsentrasi zat aktivator terhadap karakterisasi karbon aktif yang diaktivasi secara kimia dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6.



Gambar 4 Kurva Hubungan Konsentrasi Zat Aktivator Terhadap Kadar Air



Gambar 5 Kurva Hubungan Konsentrasi Zat Aktivator Terhadap Kadar Abu



Gambar 6 Kurva Hubungan Konsentrasi Zat Aktivator Terhadap Bilangan Iod

Pada Gambar 4 dapat dilihat semakin besar konsentrasi zat aktivator maka kadar air pada karbon aktif akan semakin berkurang. Hal ini diakibatkan oleh struktur karbon aktif yang tersusun dari 6 atom C pada setiap sudut heksagonal, yang memungkinkan butir-butir air terperangkap didalamnya (Rosmayati, 2011). Jadi pada aktivasi kimia, zat zat pengotor yang berupa oksida logam seperti FeO , MgO , dan ZnO dan kandungan air didalam karbon aktif akan diikat oleh zat aktivator, sehingga pori karbon aktif akan terbuka dan kadar air yang terkandung didalam karbon aktif akan berkurang. Dalam proses pengikatan oksida logam oleh zat aktivator, yang berperan adalah Na_2CO_3 . Pada proses aktivasi, ion CO_3^{2-} yang akan mengikat ion Fe^{+3} menjadi FeCO_3 dan Na_2^{+2} akan mengikat ion negatif pada oksida logam karbon aktif. Sehingga pada proses aktivasi oksida logam yang menutupi pori karbon aktif akan dilepaskan dari karbon aktif. Ini akan meningkatkan luas permukaan karbon aktif.

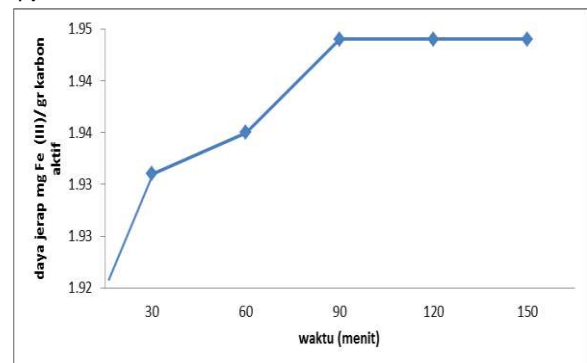
Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktivator, maka kadar abu dari karbon aktif akan semakin berkurang. Hal ini terjadi karena pada aktivasi menggunakan zat aktivasi 6% zat zat mineral yang terkandung didalam karbon aktif akan semakin berkurang. Sehingga pengotor pada karbon aktif juga semakin sedikit. Dan dengan semakin meningkatnya konsentrasi zat aktivator, maka akan semakin banyak zat-zat pengotor yang terkandung didalam karbon aktif akan terikat oleh aktivator.

Sehingga akan mengurangi jumlah pengotor didalam karbon aktif (Rosmayati, 2011).

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktivator maka semakin menurun juga nilai bilangan iod. Hal ini terjadi karena pada aktivasi ini rongga pori yang dihasilkan masih kecil, sehingga ukuran molekul yang cocok masuk di dalam pori tidak banyak. Pada proses aktivasi kimia digunakan aktivator yang dilarutkan dengan air, sehingga menyebabkan karbon yang di aktivasi masih memiliki kadar air yang cukup tinggi (Latifan dkk, 2012).

Secara umum dapat dilihat bahwa karbon aktif yang dibentuk telah sesuai dengan standar SNI 06-3730-1995 yaitu kadar air kecil dari 15%, kadar abu kecil dari 10% dan nilai bilangan iod besar dari 750 mg/g .

Waktu kesetimbangan adsorpsi merupakan waktu dimana tidak terjadi lagi proses adsorpsi dan desorpsi. Penentuan waktu kesetimbangan adsorpsi ion Fe(III) pada karbon yang diaktivasi pada 300 °C dapat dilihat pada Gambar 7.



Berdasarkan Gambar 7 di peroleh waktu kesetimbangan adsorpsi ion Fe(III) pada waktu 90 menit. Terlihat bahwa pada menit ke 30, 60, dan 90 menit kemampuan adsorpsi ion Fe(III) terus terjadi peningkatan. Pada menit 120 dan 150 menit kemampuan daya jerap karbon aktif terhadap ion Fe(III) stabil. Hal ini menunjukkan bahwa di mulai dari menit 90 sampai dengan 150 menit jumlah ion Fe(III) yang teradsorpsi sama dengan jumlahnya terdesorpsi.

Hasil penentuan adsorpsi Ion Fe(III) pada karbon yang diaktivasi baik secara fisika maupun kimia dapat dilihat pada Tabel 1

Jenis Aktivasi	Variabel	Konsentrasi ion		Persentase Adsorpsi (%)
		Fe(III) Mula-Mula (ppm)	Fe(III) Setelah Adsorpsi (ppm)	
Fisika	300 °C	20	0.051	99,745
	500 °C	20	0.098	99,51
	700 °C	20	0.169	99,155
Kimia	Na ₂ CO ₃ ; 4%	20	6.767	66,165
	Na ₂ CO ₃ ; 5%	20	6.535	66,325
	Na ₂ CO ₃ ; 6%	20	7.903	60,485

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa karbon yang diaktivasi secara fisika pada suhu 300 °C mempunyai daya adsorpsi yang paling maksimal atau tertinggi dibandingkan dengan karbon aktif yang lainnya. Hal demikian bisa saja terjadi karena ukuran pori yang dihasilkan pada karbonisasi suhu 300°C lebih luas dibanding pada suhu 500°C dan 700°C akibat sudah mulai terjadinya pengikisan karbon oleh tingginya suhu. Ini juga ditunjang oleh pendapat Pari dkk dalam Eliza dan Desnelli (2001) yang menyatakan bahwa suhu yang tinggi kadang dapat berpengaruh pada struktur karbon itu sendiri bahkan dapat membuatnya menjadi rapuh akibat adanya pengikisan karbon. Akibat pengikisan tersebut, permukaan rongga pori pada karbon aktif menjadi lebih dangkal pula sehingga menyebabkan daya serap menurun. Ini mengakibatkan ukuran molekul ion yang relatif kecil menjadi mudah terlepas dari pori karbon aktif yang lebar. Hal ini juga didukung dengan data daya adsorpsi karbon aktif tersebut terhadap senyawa ion tertinggi (Tabel 4.2). Daya adsorpsi karbon yang diaktivasi dengan metode fisika pada suhu 300 °C sebesar 99,745 %.

Sedangkan karbon yang diaktivasi secara kimia dengan menggunakan Na₂CO₃ 6% mempunyai daya adsorpsi terendah yaitu 99,19 %. Hal ini didukung dari data kadar abu dan kadar air yang tinggi pada karbon aktif ini, dan juga pada data bilangan iod yang rendah. Hal ini

disebabkan karena kadar air dan kadar abu akan berpengaruh terhadap daya jerap karbon aktif. Kadar air dan kadar abu yang terkandung dalam karbon aktif akan mengakibatkan banyak pori yang akan tertutup oleh pengotor tersebut sehingga luas permukaan akan semakin sedikit. Dimana luas permukaan berhubungan erat dengan daya jerap karbon aktif.

Menurut Latifan dkk, (2012) kualitas karbon yang di aktivasi fisika hasilnya lebih baik di dibandingkan dengan aktivasi kimia dikarena pada proses aktivasi fisika menggunakan metode hidrothermal sehingga terjadi pemutusan rantai karbon yang masih tersisa dan sekaligus zat pengotor yang masih ada juga ikut teruapkan. Jadi, dapat dikatakan semakin tinggi temperatur aktivasi maka karbon aktif yang di dihasilkan semakin bersih dari zat pengotor. Jika karbon aktif bersih dari zat pengotor maka luas permukaannya semakin meningkat.

4. Kesimpulan

Kayu meranti dapat di jadikan sebagai karbon aktif untuk menyerap ion Fe (III).

Karbon yang di aktivasi secara fisika pada 300 °C merupakan karbon aktif yang paling maksimal daya jerapnya terhadap ion Fe (III) yaitu 99,745 %. Sedangkan daya jerap karbon yang di aktifasi secara kimia menggunakan Na₂CO₃ 5% merupakan yang paling maksimal menyerap ion Fe(III) yaitu 66,325%.

Daftar pustaka

- ASTM. 1999. *Standard Test Method for Determination of Iodine Number of Activated Carbon*. American Society for Testing and Material, Philadelphia.
- Boeckx, R.L. 1986. *Lead poisoning in children, Anal, Chem.* 275A.
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI Press : Jakarta.
- Eliza dan Desnelli. 2001. *Pemanfaatan Pohon Gelam (Melaleuca*

- leucadendron* Linn) Dalam Pembuatan Arang Aktif Untuk Pengolahan Air Rawa. Laporan Penelitian. Inderalaya: FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Fauziah, N, 2009, *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Idrus, R., Lapanporo, B, P., Putra, Y, S, 2013, *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*, Prisma Fisika, Volume 1, Nomor 1, Halaman 50-51.
- Latifan, R dan susanti, D.2011.*Aplikasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium Edula) Dengan Variasi Temperatur Karbonasi Dan Aktivasi Fisika Sebagai Elektrik Double Layer Capacitor (ELDC)*. Volume 1 no.1. Program Sarjana Teknik Material Dan Metalurgi Fakultas Teknik Industri Insitut Teknologi Sepuluh September. Surabaya.
- Low, K.S. Lee, C.K,dan Tan, S.G. 1996. *Sorption of Trivalent Chromium from Tannery Waste by Moss*. *Environ.Sci.Technol*. 449-455.
- Matheickal. Dkk, 1991. *Sorption and desorption of Cu (II) by Ganoderma Ludum*, *Water Pollution Research Journal of Canada*, 26, 187-200.
- Munaf E. dan R. Zein. 1997. *The Used of Rice Husk for Removal of Toxic Metal from Waste Water*. *Environ.Technol*.18:1-4.
- Rosmayati, L., Andriani, Y., Caryana, Y, 2011, *Rancang Bangun Adsorben Mercury Removal*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Jakarta
- Shofa, 2012, *Pembuatan Akarbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*, skripsi, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, jakarta.
- Walas, M. Stanley. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Washington: Butterworth-Heinemann
- Wisjnuprpto, A. 1996. *Bioremediasi Manfaat dan Pengembangannya*. Dalam: *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*; Cibinong, 24-28 Juni 1996.173-185.